

# **(19) Japan Patent Office (JP)**

## **(12) Published Unexamined Patent Application (A)**

(11) Publication No. of Unexamined Application: **Kokai No. H4-305917**

(43) Date of Publication of Unexamined Application: **October 28, 1992**

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	Identification Code	JPO File No.	FI	Technical Indicator
H01L 21/027		7013-4M 7352-4M	H01L 21/30	341 S 311 A

Request for Examination: Not requested

Number of Claims: 1

Total Number of Pages: 3

(21) Patent Application No.: **H3-94863**

(22) Filing Date: **April 2, 1991**

(71) Applicant: **000004112**  
**NIKON CORPORATION**  
3-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo

(72) Inventor: **Hisao OZEKI**  
c/o Nikon Ohi Plant  
1-6-3 Nishi Ohi, Shinagawa-ku, Tokyo

(72) Inventor: **Takashi MATSUBARA**  
c/o Nikon Ohi Plant  
1-6-3 Nishi Ohi, Shinagawa-ku, Tokyo

(74) Agent: **Patent Attorney Masaki YAMAKAWA**

(54) Title of Invention: **CONTACT EXPOSURE SYSTEM**

(57) Abstract

**PURPOSE:** To provide a contact exposure system that reduces the film thickness of an immersion liquid, which reduces the amount of light absorbed thereby and reduces and prevents exposure unevenness.

**CONSTITUTION:** A contact surface 11 of an exposure lens is hydrophilically treated with a hydrophilic solution, such as an alcohol. A wafer 3, which is coated with a photoresist 4, is brought into close contact with the hydrophilically treated contact surface 11 via an immersion liquid 5, and the irradiation of an irradiation light 6 transfers a pattern 7 of a photomask 1 onto the wafer 3. The hydrophilically treated contact surface 11 improves water absorbency and reduces the film thickness of the immersion liquid 5.

## **CLAIMS**

### **1. A contact exposure apparatus, wherein**

a wafer contact surface of a projection optical system or a photomask is hydrophilically treated;

the wafer, which is coated with a photoresist, is brought into contact with the hydrophilically treated contact surface via an immersion liquid; and

the irradiation of an irradiation light transfers a pattern of the photomask onto the photoresist.

## **DETAILED EXPLANATION OF THE INVENTION**

**[0001]**

## **INDUSTRIAL FIELD OF APPLICATION**

The present invention relates to an exposure apparatus that projects and exposes a pattern of a photomask onto a wafer in an LSI fabrication process, and more particularly relates to a contact exposure apparatus.

**[0002]**

## **RELATED ART**

With the kind of exposure apparatus that irradiates laser light and the like to project and expose the pattern of a photomask onto a semiconductor substrate, such as a silicon wafer, by using a projection optical system, four exposure systems are known: (1) a contact exposure system, (2) a proximity exposure system, (3) a reflection type projection exposure system, and (4) a reduction lens projection exposure system.

**[0003]**

Among these systems, the contact exposure system performs exposure by bringing the photomask (or the projection optical system) and the wafer into close contact, and the wavelength within the photoresist therefore is reduced by a factor of the inverse of the refractive index if they are completely in contact; consequently, the impact of diffraction is small and a high resolution transfer is obtained. However, there is a problem in that it is extremely difficult to realize complete contact; further, there is a problem in that the photomask and the wafer are mechanically brought into contact, and protrusions and the like on the front surface of the wafer therefore cause defects in the photomask, which reduces the life of the photomask while at the same time adversely impacting the yield of devices.

**[0004]**

Accordingly, a liquid (immersion liquid) is filled between the photomask and the wafer as a method to solve the problems caused by a contact exposure system. FIG. 2 shows a wafer that has been brought into close contact with a projection optical system; therein, 1 is the photomask, 2 is an exposure lens that constitutes part of the projection optical system, 3 is the wafer, which is coated by a photoresist 4, 5 is the immersion liquid, which is filled between the exposure lens 2 and the wafer 3, 6 is an irradiation light that irradiates a pattern 7 of a photomask 1 and exposes the photoresist 4, 8 is a holding body that holds the wafer 3, and 9 is a compression coil spring that urges the holding body 8 upward and pushes the wafer 3 against the exposure lens 2. The shorter the wavelength of the irradiation light 6, the lesser the impact of diffraction, and consequently a laser apparatus, such as an excimer laser, is used as the light source. It is preferable that the immersion liquid 5 has a refractive index approximately the same as the photoresist 4, absorbs little light, and does not dissolve the photoresist 4; normally, pure water is used.

[0005]

## **PROBLEMS SOLVED BY THE INVENTION**

Nevertheless, in a contact exposure apparatus that uses the immersion liquid 5 as discussed above, there is a problem in that unevenness arises in the amount of the irradiation light 6 absorbed by the immersion liquid 5 if there is film thickness unevenness in the immersion liquid 5 itself, which unfortunately leads to portions where the pattern of the contact exposed photoresist 4 is precisely exposed and portions where it is not. Accordingly, to prevent the occurrence of such exposure unevenness, it is preferable to reduce a film thickness  $d_1$  of the immersion liquid 5, as well as to reduce unevenness in the absorption of light thereby.

[0006]

The present invention considers the problems and needs of the conventional art discussed above, and it is an object of the present invention to provide a contact exposure apparatus that can reduce the film thickness of the liquid as well as reduce and prevent exposure unevenness.

[0007]

## **MEANS FOR SOLVING THE PROBLEMS**

To achieve the abovementioned objects, the present invention hydrophilically treats a wafer contact surface of a projection optical system or a photomask, brings the wafer, which is coated with a photoresist, into contact with the hydrophilically treated contact surface via an immersion liquid, and transfers a pattern of the photomask onto the photoresist by the irradiation of an irradiation light.

[0008]

## **MODE OF OPERATION**

In the present invention, the film thickness of an immersion liquid is reduced by improving the water absorbency of the surface of a hydrophilically treated projection optical system or photomask that contacts a wafer.

[0009]

## EMBODIMENTS

The following explains the present invention in detail, based on the embodiments shown in the drawings. FIG. 1 is a cross sectional view of the principle parts of one embodiment of a contact exposure apparatus according to the present invention. Furthermore, constituent parts that are identical to those in FIG. 2 are assigned the same symbol, and the explanations thereof are omitted. The present embodiment describes a case wherein a wafer is brought into close contact with a projection optical system; in this case, a wafer contact surface 11 of an exposure lens 2, which constitutes part of a photomask projection optical system, is hydrophilically treated in advance, a wafer 3 is brought into close contact with the hydrophilically treated contact surface 11 via an immersion liquid 5, such as pure water, and the irradiation of an irradiation light 6 transfers a pattern 7 of a photomask 1 onto the wafer 3.

[0010]

The hydrophilic treatment is performed by neatly wiping the contact surface 11 with a hydrophilic solution, such as an alcohol, to remove impurities from the lens surface. Furthermore, the wafer 3 is brought into close contact with the post-hydrophilically treated contact surface 11 via the immersion liquid 5, and a spring 9 then presses the wafer 3 to the exposure lens 2 at a prescribed pressure.

[0011]

Thus, in such a constitution, the hydrophilic treatment improves the water absorbency of the contact surface 11, which enhances the water absorbency effect of the immersion liquid 5 compared with the case when hydrophilic treatment is not preformed, and accordingly decreases the surface tension and improves the wettability of the immersion liquid 5; consequently, it is possible to reduce a film thickness  $d_2$  of the immersion liquid 5 ( $d_2 < d_1$ ), compared with the conventional apparatus shown in FIG. 2; in addition, the lesser the film thickness, the lesser the amount of absorbed light, and therefore it is possible to reduce the unevenness in the absorption of light in proportion to the film thickness, and to reduce and prevent exposure unevenness.

[0012]

## EFFECTS OF THE INVENTION

The contact exposure apparatus of the present invention as explained above is constituted so that the surface of a projection optical system or a photomask that contacts a wafer is hydrophilically treated, and the wafer, which is coated with a photoresist, is brought into close

contact with the hydrophilically treated contact surface via an immersion liquid, and it is therefore possible to reduce the surface tension of the immersion liquid itself and to thereby improve wettability. Accordingly, it is possible to reduce the film thickness of the immersion liquid; in addition, the lesser the film thickness, the lesser the film thickness unevenness of the immersion liquid, which makes it possible to reduce the absorption of the light and to reduce and prevent exposure unevenness caused by the immersion liquid.

## **BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**

FIG. 1 is a cross sectional view of the principle parts of one embodiment of a contact exposure apparatus according to the present invention.

FIG. 2 is a cross sectional view of the principle parts of a conventional example of a contact exposure apparatus.

## **EXPLANATION OF SYMBOLS**

- |    |                   |
|----|-------------------|
| 1  | Photomask         |
| 2  | Exposure lens     |
| 3  | Wafer             |
| 4  | Photoresist       |
| 5  | Immersion liquid  |
| 6  | Irradiation light |
| 7  | Mask              |
| 11 | Contact surface   |

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-305917

(43) 公開日 平成4年(1992)10月28日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027		7013-4M 7352-4M	H 0 1 L 21/30	3 4 1 S 3 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数1(全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平3-94863

(22) 出願日 平成3年(1991)4月2日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 大関 尚夫

東京都品川区西大井一丁目6番3号 株式  
会社ニコン大井製作所内

(72) 発明者 松原 隆

東京都品川区西大井一丁目6番3号 株式  
会社ニコン大井製作所内

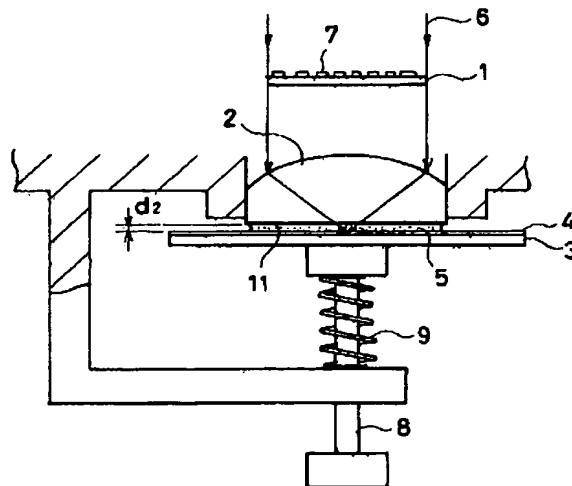
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 密着型露光装置

(57) 【要約】

【目的】 密着型露光装置において、浸液の膜厚を薄くして光の吸収量を少なくし、露光ムラを軽減防止することを目的とする。

【構成】 露光レンズの密着面11をアルコール等の親水溶液によって親水化処理する。この親水化処理された密着面11にフォトリソスト4を塗布されたウエハ3を浸液5を介して密着させ、照射光6の照射によりフォトマスク1のパターン7をウエハ3上に転写する。親水化処理された密着面11は、吸水性が向上し、浸液5の膜厚を薄くする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 投影光学系もしくはフォトマスクのウエハ密着面を親水化処理し、この親水化処理された密着面にフォトレジストを塗布されたウエハを浸液を介して密着させ、照射光の照射によりフォトマスクのパターンを前記フォトレジストに転写するようにしたことを特徴とする密着型露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、LSIの製造工程において、フォトマスク上のパターンをウエハ上に投影露光する露光装置、特に密着型露光装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】レーザー光等を照射しフォトマスク上のパターンを投影光学系によってシリコンウエハ等の半導体基板上に投影露光するこの種の露光装置における露光方式としては、①密着（コンタクト）露光方式、②プロキシミティ露光方式、③反射型投影露光方式、④縮小レンズ投影露光方式の4方式が知られている。

【0003】このうち密着露光方式は、フォトマスク（または投影光学系）とウエハとを密着させて露光するもので、これらが完全に密着している場合には、フォトレジスト中の波長が屈折率分の1に短くなるため、回折の影響が少なく、高解像度の転写が得られるという特色を有している。しかし、完全な密着を実現することは極めて難しく、またフォトマスクとウエハとを機械的に接触させているためにウエハ表面の突起等によりフォトマスクに欠陥が生じ、その寿命を低下させると同時にデバイスの歩留りに影響を及ぼすといった問題があった。

【0004】そこで、密着露光方式によるこのような問題を解決する方法としてフォトマスクとウエハ間に液体（浸液）を充填している。図2は投影光学系にウエハを密着させた場合を示すもので、1はフォトマスク、2は投影光学系の一部を構成する露光レンズ、3はフォトレジスト4が塗布されたウエハ、5は露光レンズ2とウエハ3間に充填された浸液、6はフォトマスク1のパターン7を照射しフォトレジスト4を露光する照射光、8はウエハ3を保持する保持体、9は保持体8を上方に付勢しウエハ3を露光レンズ2に押し付ける圧縮コイルばねである。照射光6の波長は短いほど回折の影響が少なく、そのため光源としてエキシマレーザー等のレーザー装置が用いられる。浸液5としては、屈折率がフォトレジスト4と同程度で光の吸収が少なく、しかもフォトレジスト4を溶かさないものが望ましく、通常純水が使用される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような浸液5を使用した密着型露光装置においては、浸液5自身の膜厚ムラがあると、浸液5による照射光6

の吸収量にムラが生じるため、コンタクト露光されたフォトレジスト4のパターンが的確に露光されている部分とそうでない部分とが生じてしまうという問題があった。したがって、このような露光ムラの発生を防止するため、浸液5の膜厚d1を薄くし、光の吸収ムラを少なくすることが望まれている。

【0006】本発明は上述したような従来の問題点および要望に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、浸液の膜厚を薄くし、露光ムラを軽減防止し得るようにした密着型露光装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するため、投影光学系もしくはフォトマスクのウエハ密着面を親水化処理し、この親水化処理された密着面にフォトレジストを塗布されたウエハを浸液を介して密着させ、照射光の照射によりフォトマスクのパターンを前記フォトレジストに転写するようにしたものである。

## 【0008】

【作用】本発明において、親水化処理された投影光学系もしくはフォトマスクのウエハ密着面は、吸水性が向上し、浸液の膜厚を薄くする。

## 【0009】

【実施例】以下、本発明を図面に示す実施例に基づいて詳細に説明する。図1は本発明に係る密着型露光装置の一実施例を示す要部の断面図である。なお、図中図2と同一構成部品のものに対しては同一符号を以て示し、その説明を省略する。本実施例は投影光学系にウエハを密着させた場合を示すもので、フォトマスク投影光学系の一部を構成する露光レンズ2のウエハ密着面11を予め親水化処理し、この親水化処理された密着面11にウエハ3を純水等の浸液5を介して密着させ、照射光6の照射によりフォトマスク1のパターン7をウエハ3上に転写するようにしたものである。

【0010】親水化処理は、アルコール系等の親水溶液で密着面11を綺麗に拭き、レンズ表面の汚れを取ることで行なわれる。そして、この親水化処理後密着面11にウエハ3を浸液5を介して密着させ、ウエハ3を露光レンズ2にばね9により所定圧にて押しつける。

【0011】かくしてこのような構成においては、親水化処理によって密着面11の吸水性を向上させているので、親水化処理を施さなかったときと比較して浸液5の吸水効果が大きく、したがって、浸液5の表面張力が小さくなって濡れ性が上がるため、浸液5の膜厚d2を図2に示した従来装置と比較して薄くする（ $d2 < d1$ ）ことができ、また膜厚が薄くなれば光の吸収量も少なくなるので、これに比例して光の吸収ムラが減少し、露光ムラを軽減防止することができる。

## 【0012】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る密着型露光装置によれば、投影光学系またはフォトマスクのウ

3

4

エハ密着面を親水化処理し、この親水化処理された密着面に、フォトレジストを塗布されたウエハを浸液を介して密着させるように構成したので、浸液自身の表面張力を減らして濡れ性を向上させることができる。したがって、浸液の膜厚を薄くすることができ、また膜厚が薄くなれば浸液の膜厚ムラも少なくなるため、光の吸収が少なく、浸液による露光ムラを軽減防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る密着型露光装置の一実施例を示す要部の断面図である。

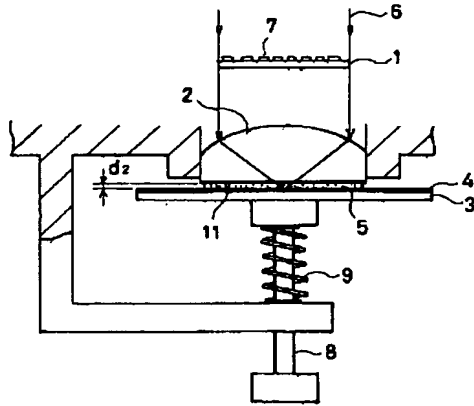
【図2】密着型露光装置の従来例を示す要部の断面図で

ある。

【符号の説明】

- 1 フォトマスク
- 2 露光レンズ
- 3 ウエハ
- 4 フォトレジスト
- 5 浸液
- 6 照射光
- 7 マスク
- 10 11 密着面

【図1】



【図2】

